

Rudolf MAKIOŁKA

Joachim GŁOMBIK

Konrad KUCZYŃSKI

Andrzej SOBEJKO

CEL I METODY WYKONYWANIA SPOSOBEM WIERTNICZYM

MIĘDZYPOZIOMYCH OTWORÓW SZYBOWYCH

O ŚREDNICY DO 2400 mm

Streszczenie. W artykule przedstawiono aktualny stan techniki krajowej w zakresie wykonywania sposobem wiertniczym między poziomych otworów szybowych. Omówiono zastosowania tego rodzaju wyrobisk w różnych dziedzinach budownictwa górniczego.

Wprowadzenie

Polskie budownictwo górniczne pracujące od roku 1961 wiertnicami wielkośrednicowymi, produkowanymi przez Turbomaschinen AG w Sprockhövel, rozwija konsekwentnie wykonawstwo między poziomych otworów szybowych sposobem wiertniczym. W miarę doskonalenia wiertnic oraz narzędzi wiertniczych na przestrzeni minionych 16 lat maksymalne średnice otworów przy teoretycznej długości wiercenia 200 m w optymalnych warunkach geologiczno-technicznych zwiększano następująco:

Tabela 1

Wzrost średnic otworów
jako funkcja doskonalenia wiertnic i narzędzi wiertniczych

| Określenie wiertnicy i narzędzi | L a t a | | | |
|------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1961 | 1964 | 1968 | 1977 |
| Wiertnica P-30 z rozszerzaczami gryzowymi trójramiennymi | ∅ 813 mm | - | - | - |
| Wiertnica P-1200 z rozszerzaczami gryzowymi trójramiennymi | - | ∅ 1219 mm | - | - |
| Wiertnica P-1200 i EH-1200 z rozszerzaczami gryzowymi pięcioramiennymi | - | - | ∅ 1422 mm | - |
| Wiertnice P-1200, EH-1200 i EH-1200 S z rozszerzaczem dyskowym TE-2400 | - | - | - | ∅ 2400 mm |

Wypada tu wspomnieć, że stosowany w Przedsiębiorstwie Robót Górniczych w Bytomiu rozszerzacz dyskowy TE 2400 jest jedynym pracującym w krajach RWPG oraz drugim w świecie po prototypie pracującym w RFN.

Przedsiębiorstwo Robót Górniczych w Bytomiu, zajmując się wierceniem wielkośrednicowych otworów między poziomowych, wypracowało w minionych latach model, w myśl którego otwory pod względem funkcjonalności i przeznaczenia podzielić można na:

- otwory technologiczne - o średnicy do 813 mm, służące do krótkotrwałego przewietrzania i odwadniania przodków, włomowania i opuszczania urobku w czasie drążenia wyrobisk pochyłych i pionowych,
- otwory użytkowe - o średnicy do 2400 mm zastępujące wyrobiska szybowe w zakresie długotrwałego przewietrzania, odwadniania, opuszczania urobku, przejścia ludzi oraz instalowania przewodów elektrycznych i rurociągów,
- otwory ratownicze o średnicy do 450 mm wykonywane w warunkach akcji ratowniczej dla zaopatrywania i ewakuacji górników odciętych zawałami.

Poza PRG Bytom wielkośrednicowe otwory wiertnicze dla celów odmetanowania wykonuje również Zakład Odmetanowania Kopalń Rybnickiego Okręgu Węglowego z siedzibą w Jastrzębiu.

Otwory technologiczne i ratownicze z uwagi na ich stosunkowo małe średnice oraz krótkotrwałą żywotność z reguły pozostawiane są nie obudowane. Otwory użytkowe o żywotności dłuższej niż 2 lata muszą mieć ociosy zabezpieczone obudową, gdyż w przeciwnym przypadku dochodzi do ich obwałów oraz samopodsadzenia. Powoduje to zagrożenia zarówno dla stabilności górotworu i otaczających wyrobisk jak również dla bezpieczeństwa pracy załóg.

Zdominowanie w polskim budownictwie górniczym wielkośrednicowych wierceń między poziomowych wiertnicami typu Turmag wynika z ich małych gabarytów i ciężaru, zwartej konstrukcji, stosunkowo wysokich uzyskiwanych postępów wiercenia oraz prostoty obsługi i konserwacji. Prace Turbomaschinen AG nad nowym typem silniejszej wiertnicy typu EH-6000 i rozszerzaczem TE 6000, umożliwiającymi wiercenie szybów o średnicy do 5,40 m oraz uzyskiwane nimi wyniki drążenia potwierdzają słuszność obranego kierunku rozwoju wielkośrednicowych wierceń między poziomowych.

Bardzo trudnym, wtórnym zagadnieniem towarzyszącym wykonywaniu między poziomowych otworów szybowych sposobem wiertniczym jest w przypadku otworów użytkowych wznoszenie ich obudowy. Trudności te wynikają głównie z małej powierzchni przodka będącej do dyspozycji oraz ograniczonych warunkami dołowymi możliwościami montażu maszyn i urządzeń.

Sprzęt i technologia wiercenia między poziomowych otworów szybowych

Wiertnice wielkośrednicowe Turbomaschinen AG ostatniej generacji typów P-1200, EH-1200 i EH-1200 S charakteryzują się:

- wymiarami gabarytowymi - około 3,75 x 0,9 x 0,95 m,
- masę - około 3200 kg,
- siłę nacisku - około 25 T,
- mocą silnika obrotów - około 30 kW,
- mocą silnika stacji napędowo-sterowniczej - około 55 kW,
- zużyciem wody płucz- kowej - od 50 do 200 l/min.

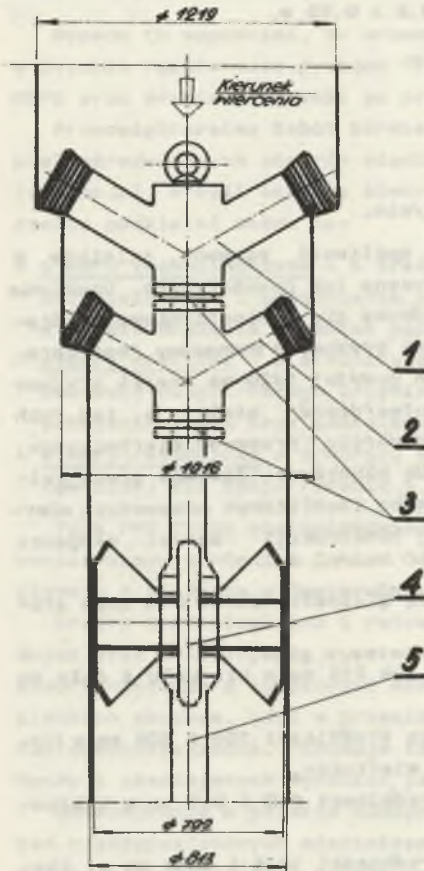
We wszystkich typach wiertnic istnieje możliwość zamiany silników w zależności od potrzeb ruchowych na elektryczne lub pneumatyczne. Urabianie górotworu w przodku do średnicy 1422 mm odbywa się wielostopniowo świdrami gryzowymi, w których ruch obrotowy rolek gryzowych wymuszony jest obrotem przewodu wiertniczego. Przy średnicach powyżej 1420 mm rolki gryzowe zastąpione zostały dyskami ze specjalnie utwardzonej stali, a ich ruch obrotowy wokół własnej osi, niezależnie od obrotu przewodu wiertniczego, uzyskiwany jest turbinkami napędzanymi wodą płuczkową. Zarówno gryzy rolkowe jak i rozszerzacz dyskowy osadzone są na identycznym przewodzie wiertniczym złożonym z bezszwowych, specjalnej konstrukcji żerdzi długości 1500 mm i średnicy 139,7 mm.

Jak już wspomniano, wiercenie odbywa się wielostopniowo, przy czym stopnie te przedstawiają się następująco:

- Stopień I - otwór pilotowy średnicą 193 lub 216 mm w kierunku z dołu do góry, tzn. od wiertnicy.
- Stopień II - poszerzanie otworu pilotowego średnicami 305 i 406 mm w kierunku z góry w dół, tzn. do wiertnicy.
- Stopień III - poszerzanie otworu 406 mm średnicami 610 i 813 mm w kierunku z góry w dół.
- Stopień IV - poszerzanie otworu 813 mm średnicami 1016 i 1219 mm w kierunku z góry w dół (rys. 1).
- Stopień V - poszerzanie otworu 1219 mm średnicą 1422 mm w kierunku z góry w dół.

Poszerzanie do większych średnic wymaga wykonania otworu prowadzącego o średnicy 1219 mm wyżej podanym sposobem oraz jego poszerzenia w kierunku z góry w dół jednym przejściem roboczym o potrzebnej średnicy ostatecznej 2000 lub 2400 mm (rys. 2).

Jak z powyższego toku pracy wynika, realizacja otworów między poziomych wiertnicami Turmag uwarunkowana jest istnieniem wyrobisk udostępniających otwór zarówno w pod jak i nadszybiu. W wyrobiskach tych odbywa się uzbieranie i demontaż przewodu wiertniczego oraz narzędzi urabiających. Zasada pracy wiertnic wymaga zastosowania przy wierceniu otworu pilotowego żerdzi prowadniczych ze świdrem gryzowym w ciągu przewodu oraz w czasie poszerzania otworu zabudowy prowadników przed świdrami gryzowymi lub rozszerzaczem dyskowym. Stosowanie i rozmieszczenie prowadników ma poza jakością przewiercanego górotworu i jego załeganiem decydujący wpływ na uzyskaną celność wiercenia i osiowość otworu.



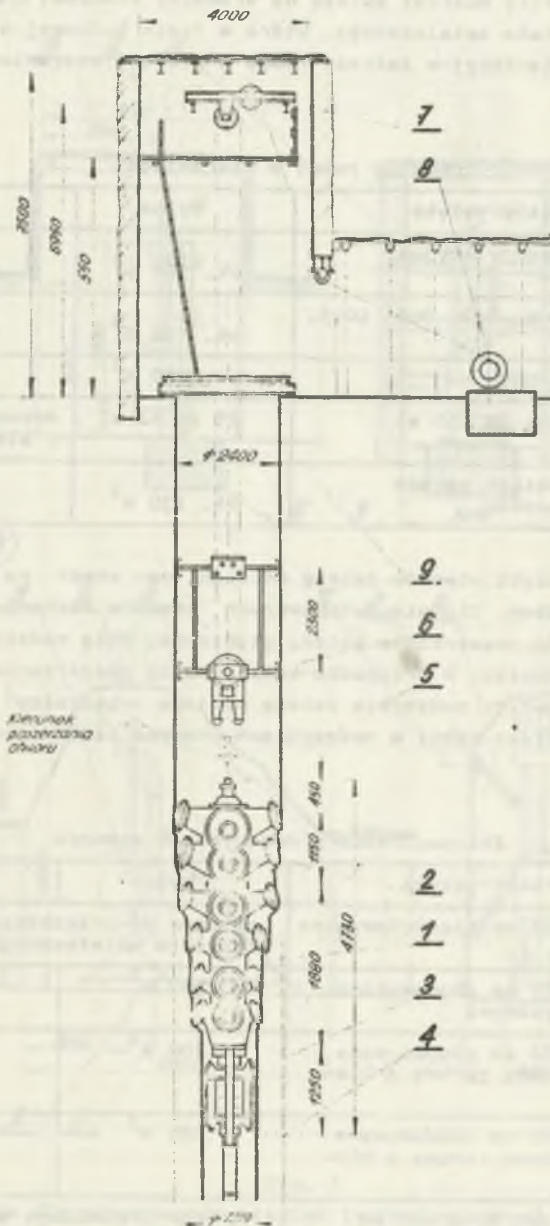
Rys. 1. Poszerzanie otworu $\phi 813$ zestawem gryzów rolkowych $\phi 1016$ i $\phi 1219$

1 - gryz rolkowy pięcioramienny $\phi 1219$,
 2 - gryz rolkowy pięcioramienny $\phi 1016$,
 3 - łącznik z pierścieniami luzującymi, 4 - prowadnik obrotowy do otworu $\phi 813$, 5 - przewód wiertniczy

W specyficznych warunkach istnieje niewskazana technicznie możliwość poszerzania istniejących otworów małośrednicowych przy ustawieniu wiertnicy na nadszybiu oraz poszerzania otworu w kierunku od wiertnicy przy jej dolnym ustawieniu. Ostatni przypadek występuje przy wierceniu otworów ratowniczych, w którym dostęp do wylotu otworu jest niemożliwy. Przypadek pierwszy wymaga zabezpieczenia wiertnicy przed wyciekami smarów i olejów, a drugi zastosowania licznych prowadników przewodu wiertniczego, zapobiegających jego zniszczeniu pod wpływem znacznego nacisku i obrotów.

Roboty przygotowawcze do wiercenia wymagają wykonania wyrobisk dla wiertnicy i nadszybia oraz montażu wiertnicy i zasilenia jej energią i wodą płuczkową.

W otworach technologicznych i użytkowych wiertnia (rys. 3) wykonywana jest zawsze w obudowie murowej z cegły, betonitów lub betonu a przy otworach ratowniczych, gdzie czas wykonania robót przygotowawczych odgrywa zasadniczą rolę, w obudowach drewnianej, kotwiowej lub mieszanej kotwiowo-



Rys. 2. Poszerzanie otworu ϕ 1219 rozszerzaczem dyskowym ϕ 2400

- 1 - stopień poszerzacza ϕ 1219/ ϕ 2000, 2 - stopień poszerzacza ϕ 2000/ ϕ 2400, 3 - głowica podporowa z przewodnikiem, 4 - przewód wiertniczy,
- 5 - pokrywa z czopem podchwytywym, 6 - urządzenie podchwytywne, 7 - konstrukcja krążków zwrotnych urządzenia podchwytywne, 8 - kołowrót "Kuba-5",
- 9 - pomost zabezpieczający otwór na nadszybiu

drewnianej. Gabaryty wiertni zależą od średnicy końcowej otworu oraz ewentualnie od wyrobiska ostatecznego, które w fazie końcowej na podszyciu ma być wykonane. Orientacyjne zakresy robót w wiertni zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Zakresy robót w wiertniach

| Charakterystyka | Wyłom | Obudowa |
|------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 3 lub 4 otwory wentylacyjne Ø 193 lub 216 mm | ok. 130 m ³ | ok. 27 m ³ |
| Otwory Ø 305, 406, 610, 813, 1016, 1219 i 1422 mm | ok. 100 m ³ | ok. 24 m ³ |
| Otwory Ø 2000 i 2400 mm | ok. 200 m ³ | ok. 75 m ³ |
| Otwory ratownicze do 450 m | 25 do 63 m ³ | drewno lub kotwie z siatką |
| Otwory w podszyciach szybów w zbiornikach urobku | ok. 130 m ³ | ok. 327 m ³ |

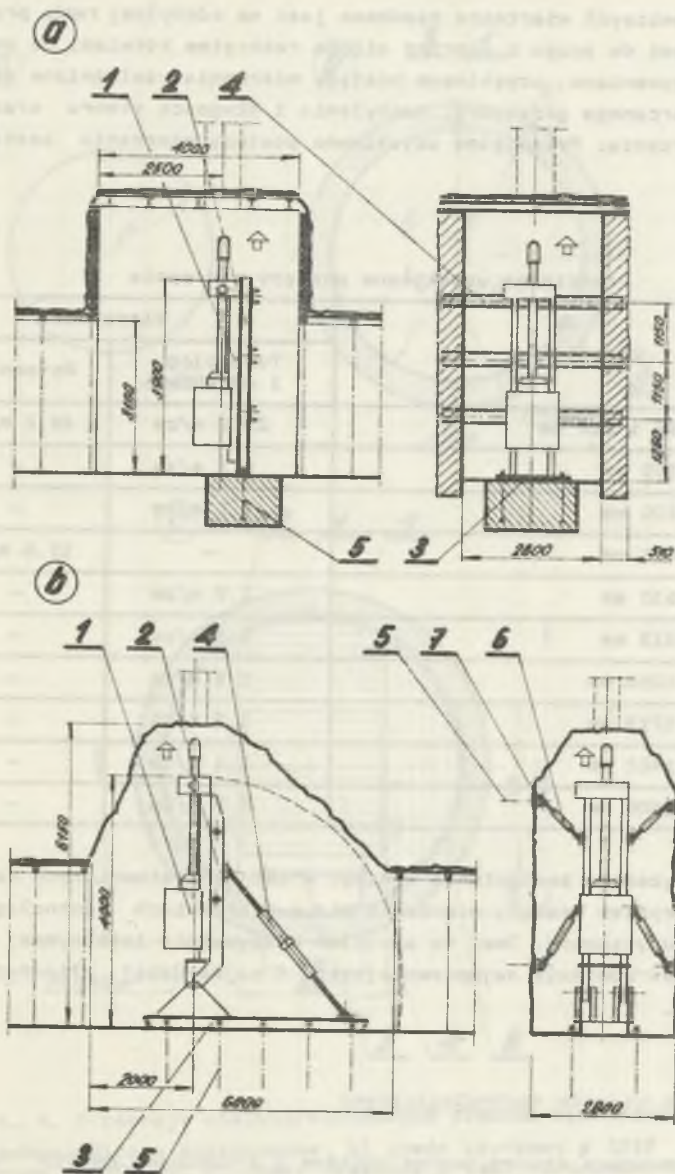
Gabaryty nadszybi otworów zależą od tego, czy otwór ma być obudowywany i jakim sposobem. Dla nieobudowywanych otworów technologicznych, poza przeznaczonymi do poszerzania metodą głębinienia, rolę nadszybia może spełnić dowolne wyrobisko. W przypadku konieczności poszerzanie otworów technologicznych gabaryty nadszybia zależą od jego kształtu ostatecznego. Orientacyjne zakresy robót w nadszybiach otworów zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Zakresy robót w nadszybiach otworów

| Charakterystyka | Wyłom | Obudowa |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Otwory do Ø 1422 mm nieobudowywane | zależne od przeznaczenia lub kształtu ostatecznego wyrobisk | |
| Otwory do Ø 1422 mm obudowywane rurami monolitycznymi | 250 m ³ | 30 m ³ 10 ŁK-7 |
| Otwory do Ø 1422 mm obudowywane segmentową kolumną rurową z blachy | 200 m ³ | 17 m ³ 10 ŁK-7 |
| Otwory do Ø 2400 mm obudowywane segmentową kolumną rurową z blachy | 285 m ³ | 40 m ³ 10 ŁK-7 |
| Otwory ratownicze do Ø 450 mm | nie przewiduje się | |

Z wyjątkiem wykonywania otworów ratowniczych wiertnice montowane są zawsze na sztywnych ramach stalowych (rys. 3), których końce wpuszczone są w ociosy wiertni lub też do nich przykotwione. W przypadku wykonywania



Rys. 3

a) Wiertnia dla wykonywania wierceń technologicznych i użytkowych

1 - wiertnica, 2 - rama nośna wiertnicy, 3 - stopa spągowa kotwiona do fundamentu, 4 - dźwigary mocujące ramę nośną, 5 - kotwie

b) Wiertnia dla wykonywania wierceń ratowniczych

1 - wiertnica, 2 - rama wychylna, 3 - rama spągowa, 4 - rozporry śrubowe między ramę spągową a wychylną, 5 - kotwie, 6 - rozporry śrubowe między ramę wychylną a ociosem, 7 - stopa rozporry

wierceń ratowniczych wiertnica osadzona jest na odchylniej ramie przytwierdzonej kotwiami do spągu i poprzez ciągną rozkrętne kotwiami do ociosów.

Jak już wspomniano, uzyskiwane postępy wiercenia uzależnione są od rodzaju przewiercanego górotworu, nachylenia i długości otworu oraz intensywności wiercenia. Przeciętne uzyskiwane postępy wiercenia zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Przeciętne uzyskiwane postępy wiercenia

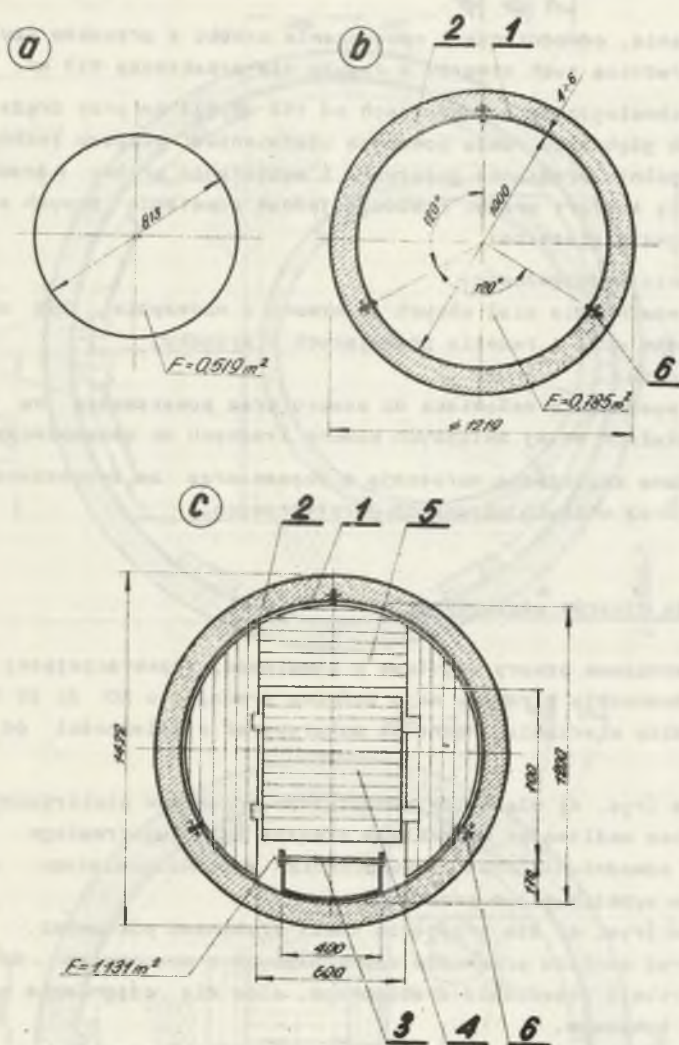
| Określenie | Wiercenia | |
|-------------------------------|-----------------------|------------|
| | Technolog. i użytkowe | Ratownicze |
| Średnice 193 i 216 mm | 20,0 m/zm | 49,2 m/zm |
| od 0 do \varnothing 305 mm | 8,3 m/zm | - |
| od 0 do \varnothing 406 mm | 7,2 m/zm | - |
| od 0 do \varnothing 450 mm | - | 15,6 m/zm |
| od 0 do \varnothing 610 mm | 3,9 m/zm | - |
| od 0 do \varnothing 813 mm | 3,5 m/zm | - |
| od 0 do \varnothing 1016 mm | 1,9 m/zm | - |
| od 0 do \varnothing 1219 mm | 1,7 m/zm | - |
| od 0 do \varnothing 1422 mm | 1,1 m/zm | - |
| od 0 do \varnothing 2400 mm | 1,0 m/zm | - |

Jak z powyższego zestawienia wynika, w akcjach ratowniczych uzyskiwane są znacznie wyższe postępy wiercenia niż w wierceniach technologiczno-użytkowych i użytkowych. Jest to skutkiem maksymalnie intensywnej eksploatacji oraz zatrudniania najsprawniejszych i najbardziej ofiarnych brygad wiercniczych.

Wykorzystanie otworów technologicznych

Wielkośrednicowe otwory technologiczne o średnicach do 813 a sporadycznie do 1422 mm wykorzystywane są krótkotrwale dla (rys. 4):

- odwadniania wyrobisk lub spuszczenia wody ze zbiorników, ich średnica zazwyczaj nie przekracza 193 lub 216 mm,
- przewietrzania wyrobisk pionowych lub pochyłych drążonych metodą nadświetłomu w polach metanowych; zazwyczaj wykonuje się serię trzech lub czterech otworów o średnicach 193 lub 216 mm względnie jeden otwór o średnicy maksymalnej 305 mm,



Rys. 4. Przekroje wielkośrednicowych otworów wiertniczych

a) otwór technologiczny nierurowany, b) otwór użytkowy ϕ 1219 zarurowany kolumną rurową ϕ 1000 mm, c) otwór użytkowy ϕ 1422 zarurowany kolumną rurową ϕ 1200 mm z przedziałem drabinowym

1 - stalowa kolumna rurowa, 2 - beton między ociosem otworu a kolumną rurową, 3 - drabina, 4 - kłapa przedziału drabinowego, 5 - ażurowy podest spoczynkowy, 6 - połączenie segmentów tworzących kolumnę

- przewietrzania, odwadniania i opuszczania urobku z przodków szybów głębinowych; średnica tych otworów z reguły nie przekracza 813 mm.

Otwory technologiczne o średnicach od 193 do 813 mm przy drążeniu nadsiewłomów lub głębinu, poza poważnym ułatwieniem procesu technologicznego a szczególnie urabiania górotworu i wybierania urobku, w znaczny sposób poprawiają komfort pracy. Powodują jednak powstanie nowych zagrożeń, z których najważniejsze to:

- przy drążeniu nadsiewłomów:
możliwość wpadnięcia ciał obcych do otworu z nadszybia lub oberwania się z ociosów skał i rażenia pracujących w przodku,
- przy głębinu:
możliwość wpadnięcia człowieka do otworu oraz powstawanie na długości otworu w skałach mniej zwięzłych kawern trudnych do zabezpieczenia.

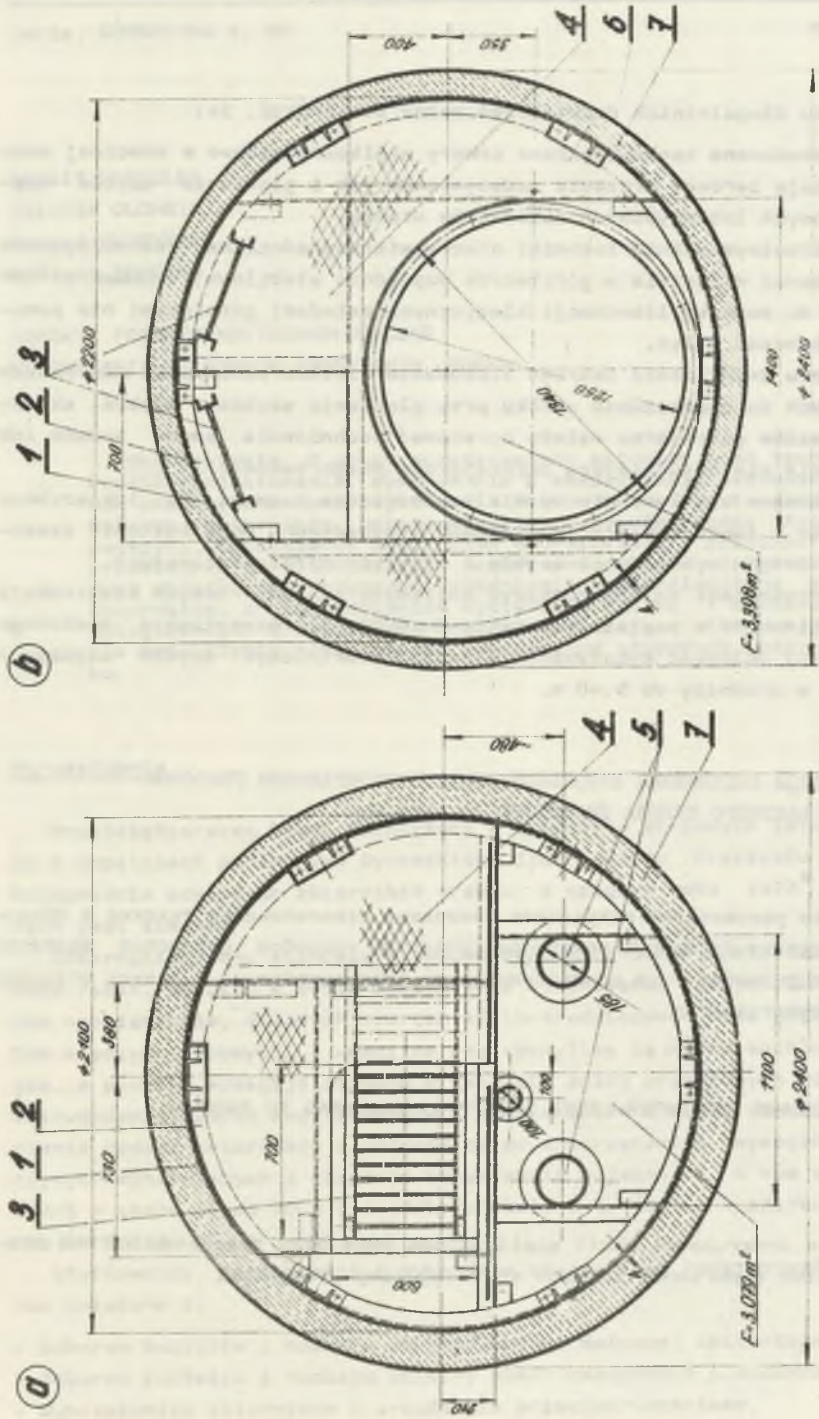
Wyżej podane zagrożenia narastają z czasem wraz ze zwiększaniem średnicy otworu oraz w złych warunkach górotworowych.

Wykorzystanie otworów użytkowych

Wielkośrednicowe otwory użytkowe o żywotności przekraczającej znacznie 2 lata po obudowaniu z reguły mają końcową średnicę o 20 do 30 cm mniejszą od średnicy wiercenia. Można je wykorzystać w zależności od średnicy końcowej:

- do 1000 mm (rys. 4) dla celów opuszczenia przewodów elektrycznych i rurociągów bez możliwości wsparcia w otworze lub długotrwałego przewietrzania i odwadniania oraz opuszczania drobnoziarnistego urobku i materiałów sypkich całym przekrojem,
- do 1200 mm (rys. 4) dla przejścia ludzi drabinami pionowymi, przewietrzania oraz montażu przewodów elektrycznych z mocowaniem do obudowy lub konstrukcji przedziału drabinowego, albo dla ciągnięcia materiałów wyciągiem kubłowym,
- do 2100 mm (rys. 5) dla przejścia ludzi drabinami pochyłymi, przewietrzania i odwadniania oraz montażu przewodów elektrycznych i rurociągów ze wsparciem na konstrukcji obudowy względnie przedziału drabinowego lub dla przejścia ludzi drabinami, opuszczania urobku zsownikami spiralnymi i przewietrzania.

W otworach użytkowych o średnicy do 1000 mm z uwagi na małą średnicę praktycznie nie można kontrolować ani przeprowadzać remontów obudowy otworu. W otworach o średnicy od 1200 mm można z przedziału drabinowego prowadzić kontrolę obudowy i wyposażenia oraz w trudny i skomplikowany sposób wykonać naprawy. W otworach o średnicy 2100 mm poza zsowniką spiralną można w sposób stosunkowo łatwy wykonać zarówno kontrolę stanu obudowy i wyposażenia jak i ich naprawę.



Rys. 5. Przekroje użytkowych wielkośrednicowych otworów wiertniczych
 a) otwór ϕ 2400 zarurowany kolumną ϕ 2100 wyposażoną w przedział drabinowy i rurociągi, b) otwór ϕ 2400 zarurowany kolumną ϕ 2200 wyposażoną w przedział drabinowy i zsuwnię spiralną
 1 - płaszcz kolumny, 2 - szkielet kolumny, 3 - drabina, 4 - podest spoczynkowy, 5 - rurociągi, 6 - zsuwnia spiralna, 7 - beton między ociosem otworu a kolumną rurową

Wnioski

W wyniku długoletnich doświadczeń można stwierdzić, że:

1. Nieobudowane technologiczne otwory wielkośrednicowe w znacznej mierze ułatwiają zarówno drążenie nadsiewłomów jak i głębenie szybów między poziomowych lub szybowych zbiorników urobku.
2. W aktualnym stanie techniki otwory wielkośrednicowe technologiczne można stosować wyłącznie w górotworze względnie stabilnym, a czasokres ich istnienia do momentu likwidacji klasycznymi metodami górniczymi nie powinien przekraczać 2 lat.
3. W celu zwiększenia zakresu stosowania wielkośrednicowych otworów technologicznych do opuszczania urobku przy głębeniu szybów w słabym, skłonnym do obwałów górotworze należy opracować technicznie pewny sposób ich obudowywania nie utrudniający późniejszego poszerzania.
4. Obudowane użytkowe otwory wielkośrednicowe z uwagi na ich szybkie wykonawstwo i funkcjonalność w licznych przypadkach mogą zastąpić czasochłonne i drogie wykonawstwo szybów i szybków między poziomowych.
5. W przyszłości należy rozważyć możliwość zakupu nowych konstrukcji Turbmaaschinen AG w postaci wiertnicy EH-6000 i rozszerzacza dyskowego TE 6000 oraz celowość wykonywania sposobem wiertniczym szybów między poziomowych o średnicy do 5,40 m.

ЦЕЛЬ И МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ БУРИЛЬНЫМ МЕЖДУГОРИЗОНТАЛЬНЫМ СПОСОБОМ ОТВЕРСТИЙ ШАХТНОГО СТВОЛА ДИАМЕТРОМ ДО 2400 ММ

Резюме

В статье рассмотрено актуальное состояние отечественной техники в области производства бурильным междугоризонтальным способом отверстий шахтного ствола. Обсуждается тоже применение этого рода выработок в разных отраслях горного строительства.

AIMS AND MEANS FOR INTER-LEVEL SHAFTS BY DRILLING TO 2400 mm DIAMETERS

Summary

Various inter-level shaft applications have been discussed and the state of Polish experience in such shaft sinking presented.